

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Tomoyuki BABA

Serial No.: (new)

Art Unit:

Filed: June 27, 2003

Examiner:

For: PROJECTION OPTICAL SYSTEM AND PROJECTION-TYPE IMAGE
DISPLAY APPARATUS USING IT

LETTER

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

June 27, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant hereby claims the right of priority based on the following application:

| <u>Country</u> | <u>Application No.</u> | <u>Filed</u> |
|----------------|------------------------|-----------------|
| Japan | 2002 - 238366 | August 19, 2002 |

A certified copy of the above-noted application is attached hereto.

Please charge any fees under 37 C.F.R. § 1.16 - 1.21(h) or credit any overpayment to Deposit Account No. 01-2509.

Respectfully submitted,

ARNOLD INTERNATIONAL

By Bruce Y. Arnold
Bruce Y. Arnold
Reg. No. 28,493

(703) 759-2991

P.O. Box 129
Great Falls, VA 22066-0129

25.200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 8月19日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-238366

[ST.10/C]:

[JP 2002-238366]

出 願 人
Applicant(s):

富士写真光機株式会社

2003年 3月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3018284

【書類名】 特許願

【整理番号】 FK0983

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 17/00

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県さいたま市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

 【氏名】 馬場 智之

【特許出願人】

 【識別番号】 000005430

 【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100097984

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 041597

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像表示素子上に表示された画像をスクリーンに拡大投写する投写光学系において、前記投写光学系は、入射屈折面と光学的パワーを持った複数の反射面と出射屈折面とを有する内部反射プリズムを少なくとも 1 つ備えてなることを特徴とする投写光学系。

【請求項 2】 前記投写光学系は、前記内部反射プリズムを含む複数のプリズムを備えてなることを特徴とする請求項 1 記載の投写光学系。

【請求項 3】 前記内部反射プリズムを含む複数のプリズムのうちのいずれか 2 つの間の空間部に絞りが配設されていることを特徴とする請求項 2 記載の投写光学系。

【請求項 4】 前記入射屈折面、前記反射面、前記出射屈折面のうち少なくとも 1 つの面は非球面形状を有することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のうちいずれか 1 項記載の投写光学系。

【請求項 5】 前記入射屈折面、前記反射面、前記出射屈折面のうち少なくとも 1 つの面は自由曲面形状を有することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のうちいずれか 1 項記載の投写光学系。

【請求項 6】 前記入射屈折面、前記反射面、前記出射屈折面のうち少なくとも 1 つの面は回転対称非球面形状を有することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のうちいずれか 1 項記載の投写光学系。

【請求項 7】 前記投写光学系の最もスクリーン側にあるプリズムの射出面と前記スクリーンとの距離を L_1 とし、前記投写光学系の最も画像表示素子側にあるプリズムの入射面と前記画像表示素子との距離を L_2 としたとき、

$$L_1 / L_2 < 2.0$$

を満足することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のうちいずれか 1 項記載の投写光学系。

【請求項 8】 請求項 1 ～ 7 のうちいずれか 1 項記載の投写光学系を用いて、画像表示素子上に表示された画像をスクリーンに拡大投写することを特徴とす

る投写型画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像表示素子上に表示された画像をスクリーンに拡大投写する投写光学系に関し、特に、コンパクト性に優れた投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

近年、種々の画像表示素子が開発されているが、これに伴って投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置としても、画像表示素子からスクリーンまでの距離が長いものから短いものまで、様々な用途が拡大している。

【0003】

画像表示素子からスクリーンまでの距離が比較的短いものの中には、例えば、携帯できるサイズの機器に搭載される投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置がある。このような投写光学系では、機器のサイズ上の制約からコンパクトな投写光学系が要望される。

【0004】

従来の投写型画像表示装置の投写光学系は、複数のレンズの組合せにより構成されることが一般的であった。しかしながら、レンズ系による投写光学系では、たとえ内部に光路変向手段を配置し光路を折り曲げるように配置したとしても、拡大投映に要する光路長を確保しながらコンパクト化を図ることには限界がある。

【0005】

本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、画像表示素子からスクリーンまでの距離が比較的短いタイプの投写型画像表示装置に好適な、拡大投映に要する光路長を確保できかつコンパクトな投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る投写光学系は、画像表示素子上に表示された画像をスクリーンに拡大投写する投写光学系において、前記投写光学系は、入射屈折面と光学的パワーを持った複数の反射面と出射屈折面とを有する内部反射プリズムを少なくとも1つ備えてなることを特徴とするものである。

【0007】

また、前記投写光学系は、前記内部反射プリズムを含む複数のプリズムを備えてなることが好ましい。また、前記内部反射プリズムを含む複数のプリズムのうちのいずれか2つの間の空間部に絞りが配設されていることがより好ましい。

【0008】

また、前記入射屈折面、前記反射面、前記出射屈折面のうち少なくとも1つの面は非球面形状を有することが好ましい。また、前記入射屈折面、前記反射面、前記出射屈折面のうち少なくとも1つの面は自由曲面形状を有することがより好ましい。また、前記入射屈折面、前記反射面、前記出射屈折面のうち少なくとも1つの面は回転対称非球面形状を有することが好ましい。

【0009】

また、前記投写光学系の最もスクリーン側にあるプリズムの射出面と前記スクリーンとの距離を L_1 とし、前記投写光学系の最も画像表示素子側にあるプリズムの入射面と前記画像表示素子との距離を L_2 としたとき、

$$L_1 / L_2 < 20$$

を満足することが好ましい。

【0010】

本発明に係る投写型画像表示装置は、前記投写光学系を用いて、画像表示素子上に表示された画像をスクリーンに拡大投写することを特徴とするものである。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態に係る投写光学系について図面を用いて説明する。図1は、後述する本発明の実施例に係る投写光学系を用いた投写型表示装置を示す

図である。

【 0 0 1 2 】

この投写光学系は、入射屈折面と光学的パワーを持った複数の反射面と出射屈折面とを有する第 1 および第 2 の内部反射プリズム 2 1、2 2 およびこれらの内部反射プリズム 2 1、2 2 の間の空間部に配設された絞り 2 3 からなる。外部から入力される映像信号 3 1 に基づく画像表示用基板 3 2 からの信号に基づいて、液晶等の画像表示素子 3 3 に画像が表示され、図示されない照明光学系からの照明光がこの画像表示素子 3 3 により変調され、投映光とされて第 1 の内部反射プリズム 2 1、絞り 2 3、第 2 の内部反射プリズム 2 2 を順に介してスクリーン 3 4 に画像を拡大投写する。なお、図中 3 0 は光軸を示す。

【 0 0 1 3 】

画像表示素子側から第 1 の内部反射プリズム 2 1 の入射屈折面 1 1 に入射された投映光は、光学的パワーを持った内部反射面 1 0 においてプリズム内部で反射され、次いで光学的パワーを持った内部反射面 9 においてプリズム内部で全反射されて出射屈折面 8 から出射される。さらに絞り 2 3 を介し、第 2 の内部反射プリズム 2 2 の入射屈折面 6 に入射された投映光は、光学的パワーを持った内部反射面 5 においてプリズム内部で全反射され、次いで光学的パワーを持った内部反射面 4、3 の順にプリズム内部で全反射され、さらに光学的パワーを持った内部反射面 2 で反射されて出射屈折面 1 から出射される。第 1 および第 2 の内部反射プリズム 2 1、2 2 の各面 1 1 ～ 8、6 ～ 1 の屈折作用により、この投映光はスクリーン 3 4 に画像を結像させることができる。

【 0 0 1 4 】

従来、スクリーンに画像を結像させる投写光学系は、複数のレンズの組合わせにより構成されることが一般的であった。しかし、複数のレンズの組合わせにより構成される投写光学系を用いた場合と比較し、本実施形態のように内部反射プリズムを用いた場合には、少ない部材数でコンパクト性に優れた投写光学系を得ることができる。内部反射プリズムの内部で複数回全反射されることにより、投映光を任意の方向に変向させることができるため、いわば光路を稼ぐことができ、これにより画像表示素子からスクリーンまで直線的に光路を設定するよりも画

像表示素子からスクリーンまでの空間的距離を短縮することができる。複数のレンズを組み合わせた場合には、ミラーを配することによりこのような光路を設定することが可能となるが、部材数の増加が避けられない。

【 0 0 1 5 】

例えば、図 1 に示す投写光学系によれば、画像表示素子 3 3 の表示面とスクリーン 3 4 とを略平行に配置し、これらの面に直交する方向を z 軸方向とすると、画像表示素子 3 3 からの投映光は投写光学系内を、z 軸方向（紙面左右方向）に往復されながら y 軸の + 方向（紙面上方）に進む。これによりこの投写型画像表示装置は、画像表示素子 3 3 からスクリーン 3 4 までの z 軸方向の距離を短くすることができ、装置のコンパクト化が可能となる。

【 0 0 1 6 】

このような構成はこの投写型画像表示装置の薄型化に有効となる。薄型化を要望される投写型画像表示装置としては、例えば携帯サイズの機器がある。また、例えばデジタルカメラなどの画像表示部に、液晶表示板に替えてスクリーンを配設し、本実施形態の投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置によりこのスクリーンに画像を投写する構成も可能である。このように用いた場合、従来の画像表示部にあたる液晶表示板よりも、格段に小型の液晶表示素子を用いる構成となる。

【 0 0 1 7 】

本実施形態に係る投写光学系は、このようにコンパクト性に優れているので、画像表示素子の画像を、投写光学系からさほど遠くない位置のスクリーンに結像させるための構成として特に有効である。すなわち、投写光学系の最もスクリーン側にある第 2 の内部反射プリズム 2 2 の射出面 1 とスクリーン 3 4 との距離を L_1 とし、投写光学系の最も画像表示素子側にある第 1 の内部反射プリズム 2 1 の入射面 1 1 と画像表示素子 3 3 との距離を L_2 としたとき、

$$L_1 / L_2 < 2.0$$

を満足するような構成において、その利点を発揮することができる。

【 0 0 1 8 】

さらに、本実施形態に係る投写光学系は、各プリズム内部の反射面 2 ～ 5、9

、10に屈折力を持たせているので、この面による反射では色収差が発生せず、全体としても色収差の低減を図ることができる。より望ましくは、内部反射プリズムの入射面、出射面の屈折力は弱くし、反射面に屈折力の多くを負担させることが、色収差補正の上で有利となる。

【0019】

また、本実施形態に係る投写光学系は、内部反射プリズムの入射面、出射面、および内部反射面を適宜設定することにより、比較的容易に光線を変向させることができるので、投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置の設計の自由度が高い。

【0020】

この内部反射プリズムの入射屈折面6、11、出射屈折面1、8、および内部反射面2～5、9、10の形状としては、非球面形状を適宜用いることにより、結像性能を良好とすることができる。また、このような広義の非球面形状の範囲のうち、さらに限定された形状として、自由曲面形状、または回転対称非球面形状を適宜用いることにより、結像性能をより良好とすることができる。

【0021】

なお、自由曲面形状は、下記自由曲面形状式により表される。自由曲面形状を用いることにより、自由度の高い面形状とすることができ、光線の変向方向を設定する自由度が高い。また、自由曲面形状を用いることにより、偏心して配置された内部反射面で発生する収差を良好に補正することができる。

【0022】

【数 1】

$$z = \frac{c(x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 - Kc^2(x^2 + y^2)}} + \sum_n A_n Y^n + \sum_{i,j} C_{i,j} x^i y^j$$

ここで、

z : 自由曲面上の点より自由曲面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ

c : 非球面の近軸曲率半径 R の逆数

x : 光軸から x 軸方向の高さ

y : 光軸から y 軸方向の高さ

K : 離心率

A_n : 非球面係数

$C_{i,j}$: 自由曲面係数

【0 0 2 3】

また、回転対称非球面形状は下記回転対称非球面形状式により表される。回転対称非球面形状は自由曲面の中でもさらに限定された形状であり、自由曲面形状よりも容易に製造できるという利点がある。

【0 0 2 4】

【数 2】

$$z = \frac{c_1 y^2}{1 + \sqrt{1 - Kc_1^2 y^2}} + \sum_n A_n y^n$$

ここで、

z : 光軸から高さ Y の非球面上の点より非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ

c_1 : 非球面の近軸曲率半径 R の逆数

y : 光軸からの高さ

K : 離心率

A_n : 非球面係数

【0 0 2 5】

なお、本発明の投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置としては、上記実施形態のものに限られるものではなく種々の態様の変更が可能である。例えば、内部反射プリズムは、光学的パワーを持った複数の反射面と、光学的パワ

ーを持たない反射面とを有するものであってもよい。これらの反射面の数は適宜設定することができる。また、この反射面と、各プリズムの入射屈折面および出射屈折面において、面形状、曲率半径 R 、偏心量、面間隔 D 等を適宜設定することが可能である。

【 0 0 2 6 】

また、投写光学系は、入射屈折面と光学的パワーを持った複数の反射面と出射屈折面とを有する内部反射プリズムを含む、複数のプリズムを備えてなるものであってもよいし、1つの内部反射プリズムからなるものであってもよい。これら複数のプリズムとしては、内部に反射面を有さないものを含んでいてもよい。複数のプリズムを備えることにより絞りを配置することが容易となる。また、入射面、出射面および反射面の数を増やすことが容易となるので、面形状を適宜設定し、収差補正をより良好に行なうことができる。

【 0 0 2 7 】

また、絞りは迷光を排除するために有効であるが、プリズムの数に拘わらず投写光学系は絞りを配置しない構成とすることも可能である。また、内部反射プリズムを含む複数のプリズムのうちの、いずれか2つの間の空間部に絞りが配設された構成とすることも可能である。

【 0 0 2 8 】

また、本発明の投写型画像表示装置の画像表示素子としては、透過型液晶、反射型液晶、DMD等の画像表示素子を用いることができる。

また、本発明の投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置において、適宜、変向のためのミラー、またはレンズを配置することも可能である。

【 0 0 2 9 】

なお、自由曲面プリズムを用いた光学系としては、プリズム外部の射出瞳位置に観察者の瞳が置かれるように構成された、例えばヘッド・マウント・ディスプレイに用いられるものが知られている。しかしながら、このような構成は観察者が画像表示素子に表示された画像を虚像として観察できる構成であり、画像表示素子に表示された画像を投写光学系からさほど遠くない位置のスクリーン上に結像させる本発明の構成とは、異なるものである。

【 0 0 3 0 】

【実施例】

以下、実施例についてデータを用いて具体的に説明する。この実施例に係る投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置は、前述したとおり図 1 に示すような構成とされている。すなわちこの投写光学系は、画像表示素子側から順に、入射屈折面 1 1 に入射された投映光を反射させる、光学的パワーを持った第 1 の内部反射面 1 0 および第 2 の内部反射面 9 を有し投映光を出射屈折面 8 から出射させる第 1 の内部反射プリズム 2 1 と、絞り 2 3 と、入射屈折面 6 に入射された投映光を反射させる、光学的パワーを持った第 1 ～第 4 の内部反射面 5、4、3、2 を有し投映光を出射屈折面 1 から出射させる第 2 の内部反射プリズム 2 2 とからなる。内部反射面 9、5、4、3 は全反射面であり、内部反射面 1 0、2 はミラーによる反射面である。

【 0 0 3 1 】

第 1 および第 2 の内部反射プリズム 2 1、2 2 の各面 1 1 ～ 8、6 ～ 1 の屈折作用により、この投写型画像表示装置は、画像表示素子 3 3 に表示された画像をスクリーン 3 4 に結像させる。なお、第 1 の内部反射プリズム 2 1 において、内部反射面 1 1 と内部反射面 9 とは連続するプリズム面上にあり、第 2 の内部反射プリズム 2 2 において、内部反射面 5 と内部反射面 3 と出射屈折面 1 は連続するプリズム面上にある。

【 0 0 3 2 】

この投写光学系のプリズム入射屈折面 1 1、出射屈折面 1、および内部反射面 2、3、4、5、9、1 0 の形状は、上述した自由曲面形状式により表される自由曲面とされている。ただし、本実施例において自由曲面形状は球面を基準としており、上記自由曲面形状式の K は 1、 A_n は 0 とされた下記自由曲面形状式となる。

【 0 0 3 3 】

【数 3】

$$z = \frac{c(x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 - c^2(x^2 + y^2)}} + \sum_{i,j} c_{ij} x^i y^j$$

【0 0 3 4】

この投写光学系の各面の近軸曲率半径 R （近軸での焦点距離を 1 として規格化している）、各面の間隔 D （近軸での焦点距離を 1 として規格化している）、各内部反射プリズムの e 線における屈折率 N およびアッベ数 ν の値は表 1 の上段に示すようになっている。なお、表 1 の表において左側の面番号の数字はスクリーン側からの順番を表すものであり図 1 の符合と一致させている。なお、面 $O B J$ はスクリーンに、面 $I M G$ は画像表示素子としての液晶表示パネルの表示面に、第 7 面は絞り面に相当する。

【0 0 3 5】

また、表 1 の下段には各面の偏心量が示されている。各面の偏心量は、その面の面頂点の、結像位置であるスクリーン上の光軸との接点から z 軸方向に D 移動した点を基準とした偏心量として表されており、 x 軸方向、 y 軸方向、 z 軸方向の偏心量（それぞれ X 、 Y 、 Z ）と、その面の中心軸（ z 軸）の、 x 軸、 y 軸、 z 軸それぞれを中心とする傾き角（それぞれ α 、 β 、 γ （°））とが与えられている。なお、 α と β の正はそれぞれの軸の正方向に対しての反時計回りを、 γ の正は Z 軸の正方向に対しての時計回りを意味する。

【0 0 3 6】

【表 1】

| 面 | R | D | N _e | ν _e |
|-----|--------|--------|----------------|----------------|
| OBJ | ∞ | 0.553 | | |
| 1 | 2.015 | 0.116 | 1.53333 | 55.5 |
| 2 | 0.416 | -0.116 | 1.53333 | 55.5 |
| 3 | 2.015 | 0.176 | 1.53333 | 55.5 |
| 4 | 0.695 | -0.158 | 1.53333 | 55.5 |
| 5 | -2.319 | 0.068 | 1.53333 | 55.5 |
| 6 | ∞ | 0.014 | | |
| 7 | ∞ | 0.020 | | |
| 8 | ∞ | 0.096 | 1.53333 | 55.5 |
| 9 | -3.616 | 0.044 | 1.53333 | 55.5 |
| 10 | 1.532 | -0.044 | 1.53333 | 55.5 |
| 11 | -3.616 | 0.368 | | |
| IMG | ∞ | | | |

偏心量

| 面 | X | Y | Z | α | β | γ |
|----|--------|---------|--------|---------|-------|-------|
| 1 | 0.0000 | -0.0096 | 0.0000 | -0.525 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.0000 | -0.0004 | 0.0000 | 19.809 | 0.000 | 0.000 |
| 3 | 0.0000 | -0.0096 | 0.0000 | -0.525 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0.0000 | -0.0179 | 0.0000 | -1.206 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.0000 | -0.0254 | 0.0000 | 4.808 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 0.0000 | -0.0277 | 0.0000 | -44.269 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 0.0000 | -0.0286 | 0.0000 | -44.269 | 0.000 | 0.000 |
| 8 | 0.0000 | -0.0295 | 0.0000 | -44.269 | 0.000 | 0.000 |
| 9 | 0.0000 | -0.0406 | 0.0000 | 8.988 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 0.0000 | -0.0505 | 0.0000 | 36.169 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 0.0000 | -0.0406 | 0.0000 | 8.988 | 0.000 | 0.000 |

【0 0 3 7】

表 1 に示されるとおり、本実施例において、第 2 の内部反射プリズム 2 2 の射出面 1 とスクリーン 3 4 との距離 L_1 は 0.553mm、第 1 の内部反射プリズム 2 1 の入射面 1 1 と画像表示素子 3 3 との距離 L_2 は 0.368mm とされており、上記条件式 $L_1 / L_2 < 20$ を満足している。

【0 0 3 8】

また、表 2 には各自由曲面形状式に対応する C_{ij} で示される各定数の値が示されている。

【0 0 3 9】

【表 2】

| 面 | C_{10} | C_{01} | C_{20} | C_{11} | C_{02} | C_{30} | C_{21} |
|----|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 0.000 | -3.185 | 1.121 | 0.000 | 1.608×10^{-1} | 0.000 | 4.718×10^{-2} |
| 2 | 0.000 | -2.401 | 7.088×10^{-1} | 0.000 | 9.753×10^{-1} | 0.000 | 2.931×10^{-2} |
| 3 | 0.000 | -3.185 | 1.121 | 0.000 | 1.608×10^{-1} | 0.000 | 4.718×10^{-2} |
| 4 | 0.000 | -3.474 | 2.935 | 0.000 | -4.314×10^{-1} | 0.000 | 2.892×10^{-1} |
| 5 | 0.000 | 1.538 | 1.548 | 0.000 | 4.973×10^{-1} | 0.000 | 3.883×10^{-2} |
| 9 | 0.000 | 3.868 | 1.119 | 0.000 | 2.849×10^{-1} | 0.000 | 5.846×10^{-2} |
| 10 | 0.000 | 2.744 | 6.457×10^{-1} | 0.000 | -3.186×10^{-1} | 0.000 | 1.092×10^{-2} |
| 11 | 0.000 | 3.868 | 1.119 | 0.000 | 2.849×10^{-1} | 0.000 | 5.846×10^{-2} |
| 面 | C_{12} | C_{03} | C_{40} | C_{31} | C_{22} | C_{13} | C_{04} |
| 1 | 0.000 | 7.114×10^{-3} | -2.415×10^{-3} | 0.000 | -2.093×10^{-3} | 0.000 | -6.658×10^{-4} |
| 2 | 0.000 | -9.293×10^{-3} | -9.353×10^{-3} | 0.000 | -2.123×10^{-2} | 0.000 | -6.079×10^{-3} |
| 3 | 0.000 | 7.114×10^{-3} | -2.415×10^{-3} | 0.000 | -2.093×10^{-3} | 0.000 | -6.658×10^{-4} |
| 4 | 0.000 | -1.695×10^{-2} | 2.314×10^{-2} | 0.000 | 5.100×10^{-3} | 0.000 | 2.397×10^{-4} |
| 5 | 0.000 | -4.114×10^{-3} | 6.466×10^{-4} | 0.000 | -9.190×10^{-5} | 0.000 | 3.170×10^{-4} |
| 9 | 0.000 | -1.057×10^{-2} | -1.298×10^{-3} | 0.000 | 3.743×10^{-4} | 0.000 | 7.805×10^{-4} |
| 10 | 0.000 | 1.067×10^{-2} | 7.488×10^{-5} | 0.000 | 7.200×10^{-5} | 0.000 | 4.855×10^{-5} |
| 11 | 0.000 | -1.057×10^{-2} | -1.298×10^{-3} | 0.000 | 3.743×10^{-4} | 0.000 | 7.805×10^{-4} |
| 面 | C_{50} | C_{41} | C_{32} | C_{23} | C_{14} | C_{05} | C_{60} |
| 1 | 0.000 | 2.887×10^{-5} | 0.000 | 5.152×10^{-6} | 0.000 | 1.979×10^{-6} | 9.603×10^{-8} |
| 2 | 0.000 | 3.652×10^{-5} | 0.000 | -1.936×10^{-5} | 0.000 | 6.452×10^{-6} | -1.576×10^{-9} |
| 3 | 0.000 | 2.887×10^{-5} | 0.000 | 5.152×10^{-6} | 0.000 | 1.979×10^{-6} | 9.603×10^{-8} |
| 4 | 0.000 | 1.557×10^{-5} | 0.000 | 3.606×10^{-5} | 0.000 | 7.522×10^{-6} | 2.667×10^{-10} |
| 5 | 0.000 | -8.949×10^{-6} | 0.000 | -7.706×10^{-6} | 0.000 | 1.317×10^{-6} | 5.067×10^{-8} |
| 9 | 0.000 | -9.534×10^{-5} | 0.000 | -1.546×10^{-5} | 0.000 | -4.349×10^{-8} | -1.229×10^{-10} |
| 10 | 0.000 | -9.329×10^{-6} | 0.000 | -3.298×10^{-7} | 0.000 | 0.000 | -3.970×10^{-10} |
| 11 | 0.000 | -9.534×10^{-5} | 0.000 | -1.546×10^{-5} | 0.000 | -4.349×10^{-8} | -1.229×10^{-10} |
| 面 | C_{51} | C_{42} | C_{33} | C_{24} | C_{15} | C_{06} | C_{70} |
| 1 | 0.000 | 2.129×10^{-8} | 0.000 | 3.202×10^{-8} | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 0.000 | 1.689×10^{-10} | 0.000 | 2.847×10^{-10} | 0.000 | 8.688×10^{-10} | 0.000 |
| 3 | 0.000 | 2.129×10^{-8} | 0.000 | 3.202×10^{-8} | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 0.000 | 6.277×10^{-10} | 0.000 | 6.766×10^{-10} | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 0.000 | -6.910×10^{-10} | 0.000 | -9.752×10^{-9} | 0.000 | -9.890×10^{-8} | 0.000 |
| 9 | 0.000 | -1.870×10^{-8} | 0.000 | 2.222×10^{-8} | 0.000 | -3.412×10^{-7} | 0.000 |
| 10 | 0.000 | 2.068×10^{-7} | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | 0.000 | -1.870×10^{-8} | 0.000 | 2.222×10^{-8} | 0.000 | -3.412×10^{-7} | 0.000 |
| 面 | C_{51} | C_{52} | C_{43} | C_{34} | C_{25} | C_{16} | C_{07} |
| 1 | 1.138×10^{-7} | 0.000 | 3.232×10^{-9} | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 2 | 4.314×10^{-9} | 0.000 | 4.382×10^{-10} | 0.000 | -2.593×10^{-10} | 0.000 | 2.007×10^{-9} |
| 3 | 1.138×10^{-7} | 0.000 | 3.232×10^{-9} | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 4 | 7.975×10^{-10} | 0.000 | 2.826×10^{-9} | 0.000 | -5.092×10^{-9} | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 5.142×10^{-8} | 0.000 | -1.051×10^{-8} | 0.000 | -9.450×10^{-9} | 0.000 | -8.044×10^{-8} |
| 9 | -1.727×10^{-8} | 0.000 | -1.599×10^{-7} | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 2.993×10^{-8} | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 11 | -1.727×10^{-8} | 0.000 | -1.599×10^{-7} | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

【0 0 4 0】

表 2 に示されるとおり、各自由曲面の上記各定数においては、 i の値が奇数となる係数 C_{ij} の値は全て 0 とされている。すなわち、この自由曲面は $y-z$ 面と平行な対称面が 1 つだけ存在する自由曲面である。このように対称面を 1 つの

み有する面对称自由曲面形状を有していることにより、面の偏心に基づく収差を良好に補正することができる。

【 0 0 4 1 】

図 2 は、本実施例に係る投写光学系の横収差を示す収差図である。各収差図は画像表示素子の座標に対応し（（X座標，Y座標）で示している）、近軸での焦点距離を 1 として規格化された値を示している。図 2 に示すように、本実施例に係る投写光学系によれば収差が良好に補正されている。

【 0 0 4 2 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の投写光学系によれば、入射屈折面と光学的パワーを持った複数の反射面と出射屈折面とを有する内部反射プリズムを備えることにより、画像表示素子からスクリーンまでの距離が比較的短いタイプの投写型画像表示装置に好適な、拡大投映に要する光路長を確保できかつコンパクトな投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施例に係る投写光学系を用いた投写型画像表示装置の構成図

【図 2】

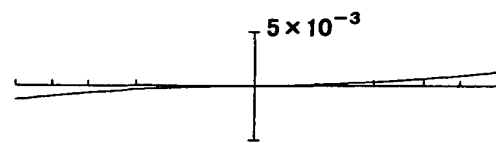
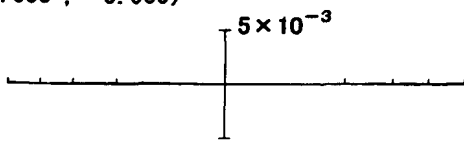
本発明の実施例に係る投写光学系の横収差図

【符号の説明】

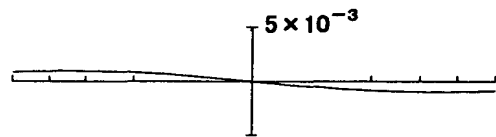
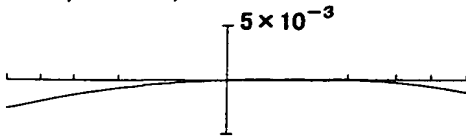
- 1 ～ 1 1 面（入射面、反射面、出射面、絞り面）
- 2 1 第 1 の内部反射プリズム
- 2 2 第 2 の内部反射プリズム
- 2 3 絞り
- 3 0 光軸
- 3 1 映像信号
- 3 2 画像表示用基板
- 3 3 画像表示素子

【図 2】

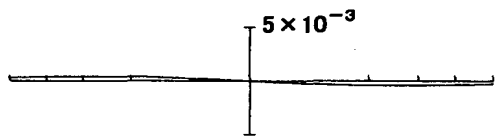
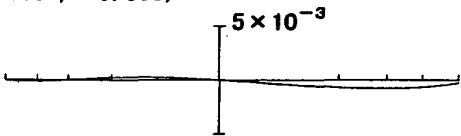
(0.000, 0.000)



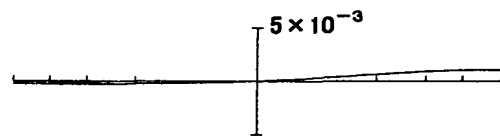
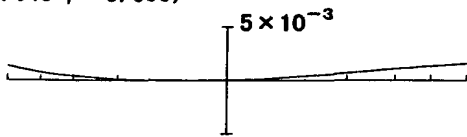
(0.000, 0.030)



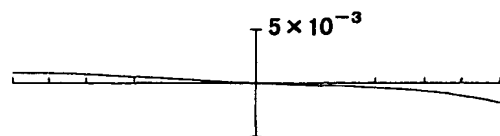
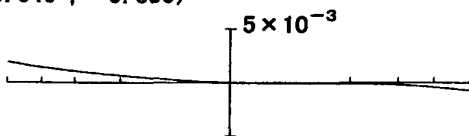
(0.000, -0.030)



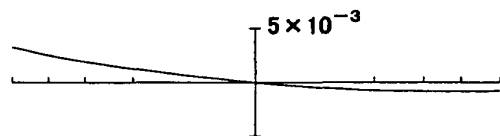
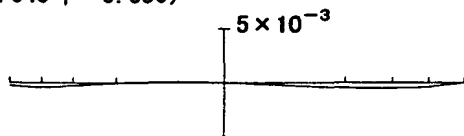
(0.040, 0.000)



(0.040, 0.030)



(0.040, -0.030)



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 入射屈折面と光学的パワーを持った複数の反射面と出射屈折面とを有する内部反射プリズムを備え、画像表示素子からスクリーンまでの距離が短い投写型画像表示装置に好適な、拡大投映に要する光路長を確保できかつコンパクトな投写光学系およびこれを用いた投写型画像表示装置を得る。

【構成】 入射屈折面 1 1 に入射された投映光を反射させる、光学的パワーを持った第 1 および第 2 の内部反射面 1 0、9 を有し投映光を出射屈折面 8 から出射させる第 1 の内部反射プリズム 2 1 と、絞り 2 3 と、入射屈折面 6 に入射された投映光を反射させる、光学的パワーを持った第 1 ～第 4 の内部反射面 5、4、3、2 を有し投映光を出射屈折面 1 から出射させる第 2 の内部反射プリズム 2 2 とからなる投写光学系を備え、画像表示素子 3 3 に表示された画像をスクリーン 3 4 に結像させる装置である。面 1、2、3、4、5、9、1 0、1 1 は自由曲面である。

【選択図】 図 1

認 定 ・ 付 加 情 報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 2 - 2 3 8 3 6 6 |
| 受付番号 | 5 0 2 0 1 2 2 2 9 2 7 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第一担当上席 0 0 9 0 |
| 作成日 | 平成 1 4 年 8 月 2 0 日 |

< 認定情報・付加情報 >

| | |
|-------|-------------|
| 【提出日】 | 平成14年 8月19日 |
|-------|-------------|

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005430]

1. 変更年月日 2001年 5月 1日
[変更理由] 住所変更
住 所 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地
氏 名 富士写真光機株式会社